

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 3620491 C2

⑤ Int. Cl. E:  
G01N 27/90

⑦ Aktezeichen: P 36 20 491.9-52  
⑧ Anmeldetag: 19. 6. 86  
④ Offenlegungstag: 23. 12. 87  
⑥ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 29. 3. 90

DE 3620491 C2

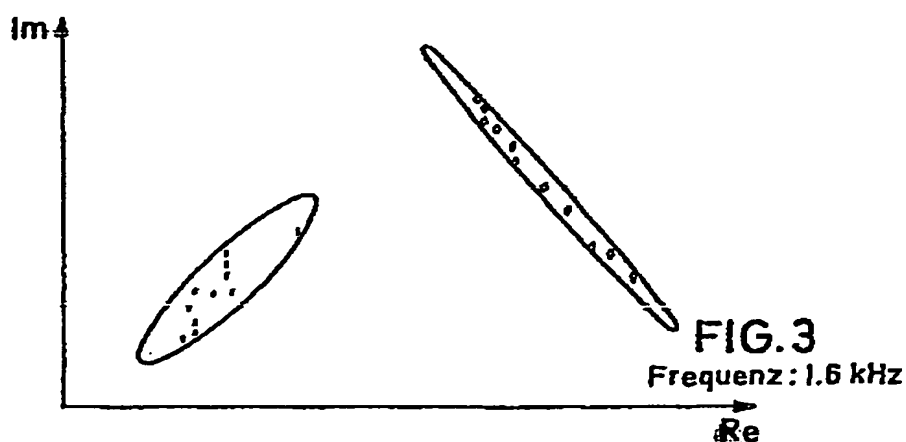
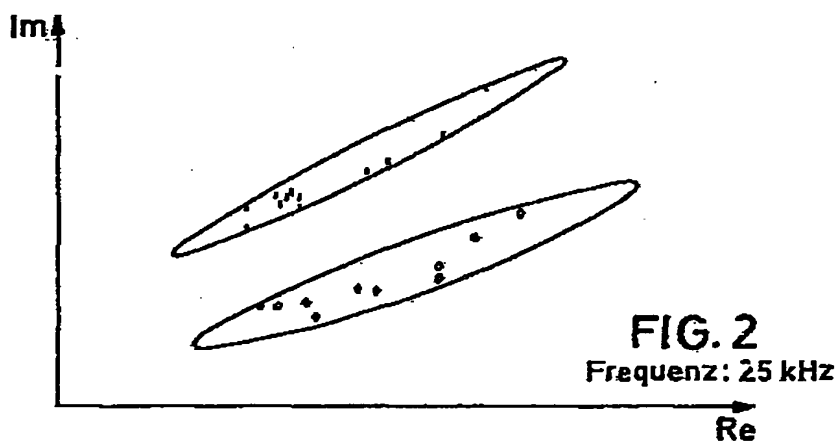
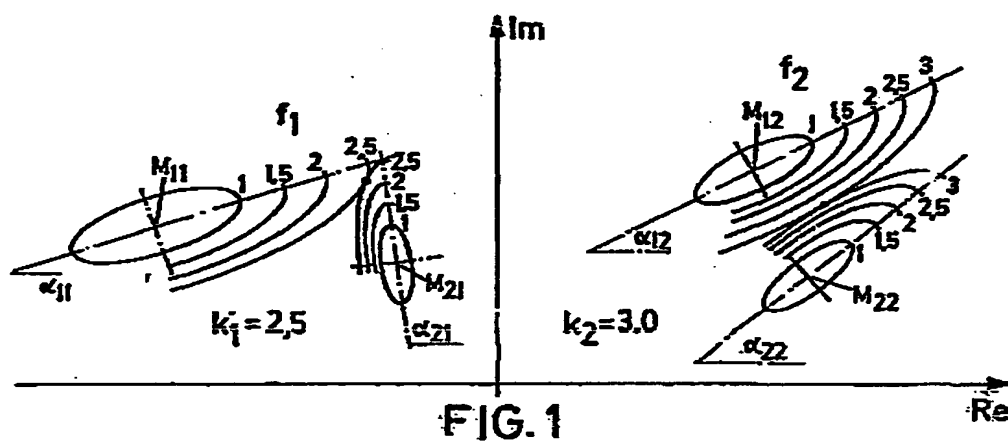
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑬ Patentinhaber:  
Baumgartner, Herbert, 8553-Ebermannstadt, DE  
  
⑭ Vertreter:  
Rau, M., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat.; Schneck, H.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8500 Nürnberg

⑰ Erfinder:  
gleich Patentinhaber  
  
⑮ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 33 20 824 A1  
DE 32 07 569 A1  
H.Heptner, H. Stroppe: Magnetische und  
magnetinduktive Werkstoffprüfung, 2. Aufl.  
Leipzig 1969, VEB Deutscher Verlag für  
Grundstoffindustrie, S. 261-288, 243, 245;

⑤ Verfahren zur Prüfung bzw. Bestimmung von Werkstoffen bzw. Werkstoffeigenschaften mit einem  
Wirbelstrom-Prüfgerät

DE 3620491 C2



## Beschreibung

Die Erfindung richtet sich auf ein Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Ein derartiges Verfahren ist z. B. aus der DE-OS 32 07 569 oder DE-OS 33 30 824 bekannt.

Mit Hilfe derartiger Prüfverfahren lassen sich Werkstoffproben entweder in Form eines kontinuierlich hergestellten Produktes, wie eines Rohres oder eines Drahtes, oder aber in Form einzelner Probenstücke untersuchen und überwachen.

Dabei stellt sich häufig das Problem, daß bei einer bestimmten Einstellung der Meßparameter die einer bestimmten Probenart zugehörigen Meßpunkte näher an den einer anderen Probenart zugehörigen Meßpunkten liegen, während bei einer anderen Parameterwahl die Entfernung größer ist. Dabei ist insbesondere zu berücksichtigen, daß die Meßpunkte für eine bestimmte Probenart nicht — wie dies im Idealfall wünschenswert wäre — jeweils deckungsgleich aufeinanderliegen, sondern z.B. durch lokal unterschiedliche Gefügestände aufgrund einer nicht völlig homogenen Wärmebehandlung oder mechanischen Bearbeitung an unterschiedlichen Punkten in der komplexen Ebene zu liegen kommen, wobei diese Abweichungen noch von der jeder physikalischen Messung immanenten Meßungenauigkeit überlagert werden. Dementsprechend stellen die Meßpunkte selbst ein und derselben Probenart ein Streufeld dar, welches bei der Darstellung der Meßpunkte in der komplexen Ebene eine durchaus nicht vernachlässigbare Ausdehnung haben kann.

Dies führt dazu, daß bei bestimmten Meßparameter-einstellungen die im Idealfall ermittelten Meßpunkte zweier zu differenzierender Probenarten zwar noch voneinander getrennt werden können, daß unter Berücksichtigung des realen Streufeldes aber eine zufriedenstellende Auflösung nicht mehr erzielbar ist. Dementsprechend ist es für die Durchführung einer optimalen Messung äußerst wünschenswert, solche Meßparameter aufzufinden, welche sich für eine Differenzierung möglichst gut eignen.

Aus H. Heptner, H. Stroppe: Magnetische und magnetinduktive Werkstoffe; 2. Auflage, Leipzig 1969, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Seite 261 bis 268, Seite 243, Seite 245 ist es an sich bekannt, die unterschiedlichen Meßparametern zuzuordnenden Streufelder zu untersuchen und die Parameter so auszuwählen, daß die Streufelder einen möglichst großen Abstand voneinander haben. Eine derartige Auswahl läßt sich gemäß diesem Stand der Technik deshalb relativ leicht treffen, weil in sämtlichen dort beschriebenen Beispielen die Längsachsen der Streufelder parallel zueinander liegen, d. h. der Abstand der Streufelder läßt sich einfach durch die geometrische Abstandsdefinition, d. h. die Länge der senkrechten Verbindungsstrecke zweier benachbarter Längsachsen definieren.

Hieron ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, welches das Auffinden einer optimalen Meßparameter-einstellung zur Differenzierung von zu untersuchenden Probenarten gestattet, wobei dieses Verfahren auch vollautomatisch durchführbar sein soll, so daß es erforderlichenfalls auch ohne willkürliche Beurteilung und Einflußnahme durch eine Bedienungs-person zur Einstellung der jeweils günstigsten Meßverhältnisse geeignet ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe geht die Erfindung aus von der Erkenntnis, daß eine möglichst gute Auflösung

im praktischen Meß- und Untersuchungsbetrieb nicht allein dadurch gewonnen werden kann, daß die Meßgeräte-einstellung so erfolgt, daß die für die jeweiligen Probenarten zu erwartenden "Idealmeßpunkte" einen möglichst großen Abstand voneinander haben, wie dies an sich naheliegend erscheint, sondern daß darüber hinaus die Form des realen Streufeldes um jeden "Idealmeßpunkt" berücksichtigt werden muß. Insoweit wurde in umfangreichen Untersuchungen insbesondere festgestellt, daß die Streufelder in der Regel nicht eine isotrope, d. h. gleichmäßige Verteilung um den "Idealpunkt" herum aufweisen, sondern daß diese Verteilung anisotrop ist, d. h. eine Vorzugsrichtung z.B. bezogen auf die reale Achse der komplexen Ebene aufweist. Dabei ist diese Vorzugsrichtung gemäß den im Rahmen der Erfindung gewonnenen Erkenntnissen keineswegs für alle Meßpunkte die gleiche, so daß also die Streufelder der Meßpunkte, welche zwei unterschiedlichen Probenarten zuzuordnen sind, durchaus eine ganz unterschiedliche Streufeld-Anisotropie aufweisen können.

Ausgehend hiervon wird die vorstehend genannte Aufgabe gelöst durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils von Anspruch 1.

Durch dieses erfindungsgemäße Vorgehen wird für die Auswahl der optimalen Meßparameter-einstellung ein bisher nicht berücksichtigtes, sehr wesentliches Kriterium an die Hand gegeben. Durch Bestimmung der Vorzugsrichtung der Anisotropie ist es nämlich möglich, gegebenenfalls eine Meßparameter-einstellung zu bevorzugen, welche gegenüber einer anderen Meßparameter-einstellung zwar schwerpunktmäßig näher beieinanderliegende Idealmeßpunkte liefert, welche aber gleichwohl eine bessere Differenzierung gestattet, weil die Streufeld-Anisotropie z.B. im wesentlichen senkrecht zur Abstandsgeraden der Idealmeßpunkte verläuft, d. h. die in Betracht stehenden Streufelder mit ihren sämtlichen Einzelmeßpunkten einen gut auflösbaren Abstand voneinander aufweisen. Demgegenüber ist es andererseits vorstellbar, daß bei einer bestimmten Meßparameter-einstellung zwar die Idealmeßpunkte zweier unterschiedlicher Probenarten relativ weit voneinander entfernt liegen, daß sich die Streufelder dieser idealen Meßpunkte aber aufeinander zu erstrecken, so daß ein Auseinanderhalten schwieriger oder bei einer Überlappung der Streufelder praktisch unmöglich wird.

Anspruch 2 gibt eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens an.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung näher beschrieben. Dabei zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Hüllkurven von Streufeldern in der komplexen Ebene für zwei verschiedene Meß-Frequenzen  $f_1$  und  $f_2$  und

Fig. 2 und 3 die Darstellung der Streufelder zweier unterschiedlicher Probenarten bei einer Meßfrequenz von 25 KHz bzw. 1,6 KHz.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind die einzelnen Meßpunkte unterschiedlicher Probenarten nicht dargestellt, sondern der Übersichtlichkeit halber lediglich im Ausführungsbeispiel als Ellipsen ausgestaltete Hüllkurven mit den Mittelpunkten  $M_{11}$  bzw.  $M_{21}$  bei der Frequenz  $f_1$  und  $M_{12}$  bzw.  $M_{22}$  bei der Frequenz  $f_2$ . Zur Auswahl des geeigneten Meßparameters, im Ausführungsbeispiel also der entsprechenden Frequenz  $f$  wird der Abstand der Streufelder um die Mittelpunkte  $M_{11}$  bzw.  $M_{21}$  und  $M_{12}$  bzw.  $M_{22}$  herangezogen. Der rein geometrische Abstand wird jedoch gewichtet durch die Anisotropie